

**Tecnologia Assistiva:
Protótipo de Dispositivo para Estímulo Sensorial Intensivo**

WILLERS, Leonardo Rafael^{1*}; RODRIGUES, Mauro Fonseca²; POERSCH, Kelly Gabriela³;
SCHERER, Gracieli Cristina⁴.

¹ UNIJUÍ, Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Campus Santa Rosa, Rodovia RS 344, KM 39, Nº 1100, Bairro Timbaúva, Santa Rosa, RS, Brasil.

² FAHOR, Curso de Engenharia de Controle e Automação, Faculdade de Horizontina, Av. dos Ipês, 565, Eldorado, Horizontina-RS, Brasil.

³ IFFar, Curso de Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Campus Santa Rosa, Av. Cel. Bráulio de Oliveira, Nº 1400 - Central, Santa Rosa - RS, Brasil.

⁴ UNIJUÍ, Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Campus Santa Rosa, Rodovia RS 344, KM 39, Nº 1100, Bairro Timbaúva, Santa Rosa, RS, Brasil.

*Autor Correspondente: leonardo.willers@hotmail.com.

RESUMO

A cabine sensorial 4 estações consiste num equipamento eletroeletrônico, controlado por software dedicado, instalado em ambiente coninado para controlar as variáveis: temperatura, circulação de ar, som, iluminação, odores e formas internas. Essa ferramenta foi desenvolvida para atender necessidade de recuperação terapêutica de pacientes que necessitam de reabilitação especializada. A proposta inovadora teve sua patente requerida pela Universidade (Unijuí) em parceria com os pesquisadores/extensionistas que o desenvolveram no Projeto de Extensão Rompendo Barreiras. Esse projeto busca aplicar conceitos tecnológicos e de inovação para melhoria da qualidade de vida de pessoas com necessidades especiais, área que se denomina Tecnologia Assistiva. Para realizar este projeto foram usados recursos humanos das áreas de Engenharia Elétrica, Design e Fisioterapia. A etapa apresentada neste artigo diz respeito ao funcionamento da parte elétrica e algoritmo computacional que fazem o controle e acionamentos dos dispositivos para realizar o processo das 4 estações do ano e suas consequentes percepções de forma acelerada, otimizando o tratamento dos pacientes que

tenham, porventura, perda de algum sentido por AVC ou outras complicações de cirurgias, traumas, etc. Como resultados, apresentam-se os modos de operação desenvolvidos no protótipo que está em teste na clínica de reabilitação da UNIR, em Ijuí/ RS.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva; Memória sensorial; Instrumentação eletrônica; Algoritmos; Controle aplicado; Instrumentação.

Assistive Technology: Prototype of Device for Intensive Sensory Stimulation

ABSTRACT

The four-station sensory booth consists of an electro-electronic equipment, controlled by dedicated software, installed in a closed environment to control the variables: temperature, air circulation, sound, lighting, odors and internal shapes. This tool was developed to meet the therapeutic recovery needs of patients who need specialized rehabilitation. The innovative proposal had its patent required by the University (Unijuí) in partnership with the researchers who developed it in the Breaking Barriers Extension Project (Projeto de Extensão Rompendo Barreiras). This project seeks to apply technological and innovation concepts to improve the quality of life of people with special needs, an area called Assistive Technology. To carry out this project, human resources from the areas of Electrical Engineering, Design and Physical Therapy were used. The step presented in this article concerns the functioning of the electrical part and computational algorithm that control and drive the devices to perform the process of the 4 seasons of the year and its consequent perceptions in an accelerated manner, optimizing the treatment of patients who have, perhaps, loss of some sense by stroke or other complications of surgery, trauma, etc. As results, we present the modes of operation developed in the prototype that is being tested at the rehabilitation clinic of UNIR, in Ijuí/ RS.

Keywords: Assistive technology; Sensory memory; Electronic instrumentation; Algorithms; Applied control; Instrumentation.

1 INTRODUÇÃO

Esta investigação tem como tema a TA (Tecnologia Assistiva), mais especificamente, sobre a realização de um Protótipo de Dispositivo para Estímulo Sensorial Intensivo (Unijuí, 2017). O principal objetivo deste trabalho é apresentar o estimulador intensivo dos sentidos, desenvolvido na Unijuí, de forma que pacientes em recuperação possam ter uma aceleração do seu desenvolvimento sensorial.

Os projetos desenvolvidos na área de TA dependem significativamente da integração das áreas do conhecimento. Diante disso, a Engenharia Elétrica, em sua área de atuação, contribui de forma significativa neste processo, já que dispõe de recursos que podem agregar soluções em projetos dos mais variados tipos e no auxílio dos objetivos comuns da área. (Tiede, 2016).

A TA desempenha um papel fundamental na vida de pacientes com deficiência, permitindo que vivam de forma mais saudável, produtiva, independente e digna. Porém, algumas barreiras são enfrentadas por eles na hora de ter acesso à utilização de uma TA, por conta, principalmente, do alto custo de aquisição.

Por este e outros motivos que é de extrema importância a percepção das contribuições e a utilização deste invento para auxiliar na reabilitação dos pacientes, trabalhando os cinco sentidos, em conjunto ou individualmente. Além disso, ela foi construída a partir de materiais obsoletos, ou seja, que estão fora de uso, diminuindo os custos de fabricação e evitando descartes de eletrônicos na natureza.

2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente existem inúmeras pessoas com deficiência no mundo todo. Segundo dados da OMS (Organização Mundial de Saúde), uma em cada sete pessoas no mundo vivem com alguma deficiência e necessitam de cuidados especiais. Muitos ainda possuem necessidades maiores, como a utilização de aparelhos para locomoção, respiração, entre outros. (ONU, 2015).

Diante desta situação, foi criada, em 1988, uma tecnologia chamada Assistive Technology, que no Brasil foi traduzida como TA. Para Cook e Hussey (1995) apud Galvão Filho (2009, p. 209), a TA é “uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e

práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas funcionais encontrados pelos indivíduos com deficiência”.

Ou seja, ela tem como objetivo tornar a vida de pessoas que possuem deficiências em suas habilidades funcionais mais fácil e independente, além de promover melhor qualidade de vida, inclusão social e autonomia. De acordo com o EDUCAMUNDO (2018) “Exemplos de tecnologia assistiva: rampas de acesso a calçadas e a prédios; andadores; lupas manuais ou eletrônicas; softwares ampliadores de tela; aparelhos para surdez; avatar de Libras”.

Os avanços tecnológicos são de extrema importância para a sociedade moderna, possibilitando e oferecendo inúmeros benefícios e auxílios. Neste sentido, a Engenharia é de fundamental importância e tem presença marcante em nosso cotidiano, desde ruas, casas, prédios, hospitais, shoppings e rodovias.

Segundo Rodrigues, Gomes e Reis (2015): “As inovações tecnológicas são de muita utilidade na área medicinal, entretanto o grande problema do sistema público de saúde brasileiro está no fato que a inclusão de aparelhos tecnológicos é um processo caro, pois além dos aparelhos gastarem muito é fundamental uma série de adaptações no prédio hospitalar para o recebimento dos mesmos.” (p.7).

Neste sentido, a Engenharia Elétrica tem muito potencial para possibilitar ao ser humano uma melhor perspectiva no que diz respeito à saúde. De acordo com Barreto (2018) “diversas outras aplicações vieram da Engenharia Elétrica para proporcionar à Medicina a possibilidade de curar doenças e fazer diagnósticos antes impossíveis de serem realizados”.

Neste caso, percebendo a potencialidade que a Engenharia Elétrica possui e dos altos custos que as inovações tecnológicas apresentam, se torna significativa a fabricação de aparelhos que venham a ajudar o público com necessidades especiais e que tenham o menor custo possível.

Em vista desta situação, o Projeto de Extensão Rompendo Barreiras, com estudantes do curso de Engenharia Elétrica e Design projetaram, desenvolveram e fabricaram uma cabine sensorial, que tem como função simular as quatro estações do ano, oferecendo, aos pacientes, sensações que estimulam os sentidos do corpo humano. Trazendo mudanças de temperatura, cheiros, efeitos visuais e sonoros, além de que, através de equipamentos escolhidos por especialistas na área de Fisioterapia, o paciente fará uso de alguns objetos, para as sensações do tato, e alimentos, para o paladar. (Unijuí, 2017).

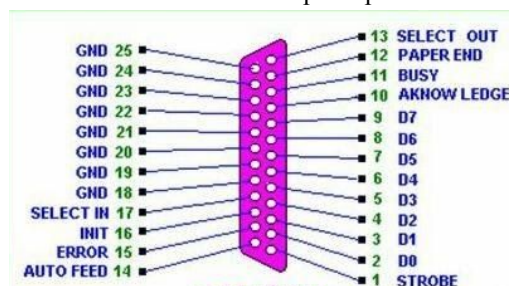
Para colocar um viés de sustentabilidade no projeto, a cabine sensorial foi construída a partir de materiais obsoletos, ou seja, que estão fora de uso, diminuindo os custos de fabricação e evitando descartes de eletrônicos na natureza.

Entre as aplicações do aparelho, conforme informações da Fisioterapia e Terapeutas ocupacionais da clínica de reabilitação, um dos principais usos do equipamento seria para recuperação de pacientes de AVC. Muitos desses indivíduos, após o evento, ficam com defasagens graves nos sentidos do corpo e precisam de estímulos para ir recuperando suas condições iniciais ou, ao menos, melhorar sua qualidade de vida. (Unijuí, 2017) (Chamlian, 2010).

2.1.1 Interface eletrônica

Para desenvolver o sistema, foi necessário conhecer alguns recursos de algoritmos e eletrônica para realizar a interface entre software e hardware. Com a premissa de usar materiais obsoletos optou-se em usar programação para acionamento da porta paralela e aplicar um computador pessoal como um microcontrolador. A Figura 1 apresenta os requisitos para conectar dispositivos nessa interface.

Figura 1 - Pinos de entrada/saída na porta paralela do computador



Fonte: Autoria Própria

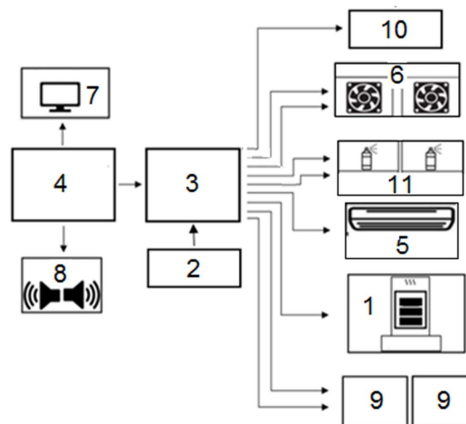
Os pinos de comunicação D0 a D7 são usados como saída e os pinos de controle, como SELECT IN, INIT, ERROR, AUTO FEED, PAPER END, etc., são usados como entrada a partir do algoritmo de controle realizado em Linguagem C. (Tanenbaum, 2006) (Almeida, Moraes, Seraphim, 2016).

A porta paralela utilizada (DB25) pode enviar até 8 bits simultaneamente através dos pinos digitais (2 a 9), um bit em cada condutor. Já os pinos de recepção de sinais (10 a 13 e 15) são responsáveis por receber os dados vindos da placa nela conectada. A referência de terra é representada por 8 pinos: 18 a 25. Os demais também possuem configuração de saída, com função de controle de status.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Depois da coleta de dados, inclusive com profissionais da área da saúde e especificamente da unidade de reabilitação, foi desenvolvido um diagrama de blocos (Fig. 2), contendo o circuito lógico do funcionamento de toda a cabine sensorial. A interpretação dos dados é feita pelo computador (bloco 4) que se comunica com a placa eletrônica de interface (bloco 3) através da porta paralela. São conectados diretamente no computador a tela (bloco 7) e os alto-falantes (bloco 8), que não precisam de um circuito externo para atuarem. Basicamente a placa recebe informações dos sensores (bloco 2), faz o tratamento desses sinais e de acordo com as informações vindas do computador ela aciona os atuadores (blocos 1, 5, 6, 9, 10 e 11) que de fato vão alterar as condições internas do ambiente da cabine.

Figura 2 - Diagrama de blocos estrutural da cabine.



Fonte: Autoria Própria.

Resumidamente, através da aplicação deste diagrama foi possível simular em ambiente fechado as 4 estações do ano, de forma acelerada, com mudanças rápidas entre as características únicas de cada temporada, buscando forçar o paciente em recuperação a ampliar sua percepção através dos seus sentidos.

Apresentando o diagrama da Figura 2, vem:

- Aquecedor portátil;
- Sensores de temperatura do ambiente, dentro e fora da cabine;
- Placa eletrônica de interface entre o computador e dispositivos externos;
- Computador obsoleto, tipo desktop, Pentium;
- Ar condicionado na função refrigeração;
- Circuladores de ar pequenos para efetuar a troca rápida de temperatura;
- Monitor de vídeo com tubo de imagem, integrado na estrutura;
- Sistema de som surround;

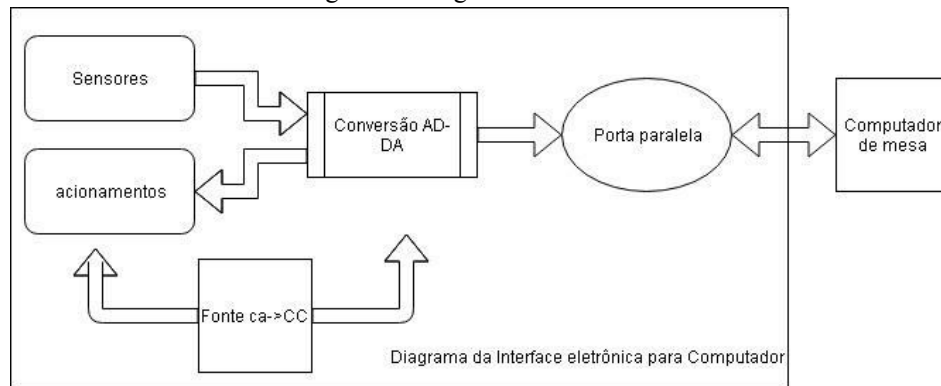
Luzes de LED RGB (coloridas);

Caixas com texturas, comidas e sucos conforme a estação;

Aspersores de odor.

Para implementar essa estrutura foi montado um diagrama para realizar a interface entre o sistema computacional e os equipamentos, Figura 3.

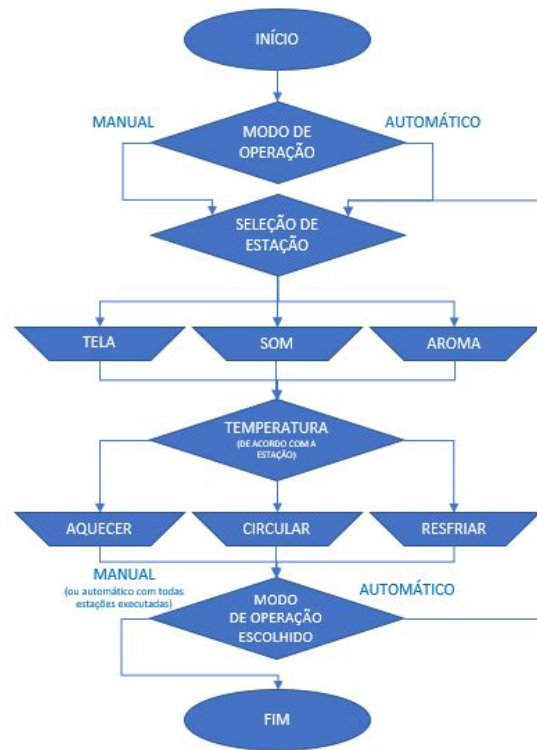
Figura 3 - Diagrama da interface.



Fonte: Autoria Própria.

A função da interface eletrônica é converter o controle de software, proveniente do sistema computacional, representado pelo fluxograma da Fig. 4, em comandos capazes de acionar os dispositivos corretos para cada etapa do tratamento, bem como receber as entradas dos sensores e transportá-las como informação ao algoritmo computacional.

Fig. 4 Algoritmo do sistema computacional.

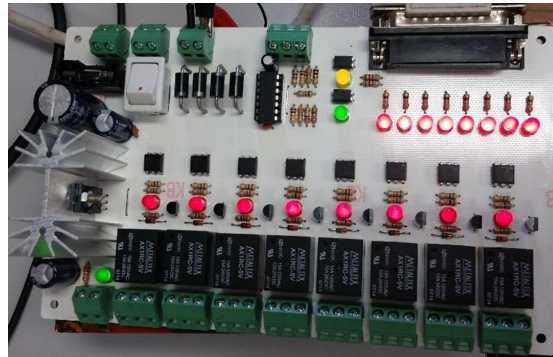


Fonte: Autoria Própria.

2.3 IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE

Apesar de usar equipamentos obsoletos, em vias de sucateamento, houve a necessidade de confeccionar uma placa de interface que realizasse a proteção do sistema computacional (controle) dos dispositivos que realizam entrada e saída das informações da cabine conforme diagrama da Figura 2 e Figura 3, resultando no protótipo da Figura 5. Seu esquema de construção incorpora eletrônica digital e analógica para acionar relés dimensionados para os equipamentos instalados na cabine.

Figura 5 - Placa eletrônica de interface.

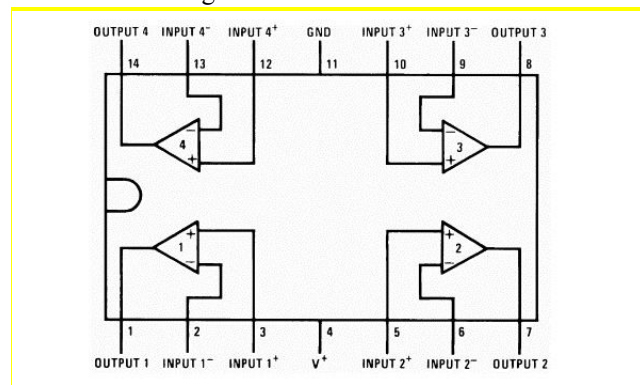


Fonte: Autoria Própria.

A placa possui alimentação independente, convertendo a tensão 220 Vac em 12 VCC que é adequada para os demais componentes. A temperatura é detectada pelo sensor LM35, que tem uma variação 10 mV em sua saída para cada 1°C em sua entrada.

A informação da temperatura é comparada com um nível de tensão variável e ajustável para liberar um sinal digital através de um amplificador operacional, Figura 6 (National, 1994), configurado na forma de comparador. Quando a tensão, proveniente do LM35, for maior que a tensão em comparação, a saída fica com nível lógico alto, caso seja menor a saída se mantém em zero; essa informação vai diretamente à porta paralela para que o algoritmo faça o tratamento digital da informação.

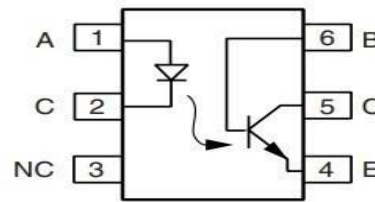
Figura 6 - Estrutura LM324.



Fonte: Autoria Própria.

Para proteção e isolamento das etapas de controle e acionamento, o sinal passa por optoisoladores com intuito de proteger a porta do computador. A necessidade dessa isolação vem do grande risco de que aconteça um curto-circuito ou surto na placa / rede elétrica. Esse dispositivo é composto por um LED infravermelho e um transistor NPN. Utilizou-se o 4N25, Figura 7 (Vishay, 2004), neste caso, com capacidade de isolar até 5 kV.

Figura 7 - Estrutura 4N25.



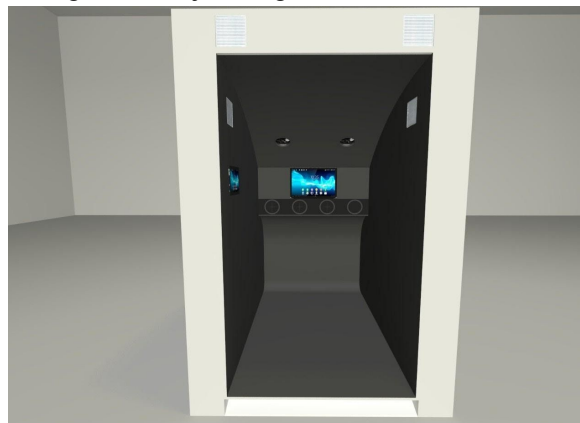
Fonte: Autoria Própria.

A partir dessa estrutura foi possível realizar os testes e solicitar a patente do equipamento (UNIJUÍ, 2017) pelas suas características únicas e inovadoras para o tratamento dos pacientes.

2.3.1 Protótipo

Embora o modelo projetado e patenteado possa ser adaptado a qualquer ambiente fechado, foi construída uma estrutura compacta para tratamento intensivo individual, apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Projeto/diagrama da cabine sensorial.



Fonte: Autoria Própria.

Para que este diagrama tomasse forma, foi construído um protótipo apresentado na Figura 9. Ele possui 2,10 m de altura, 1,6 m de largura internamente, permitindo que o paciente e o Terapeuta possam estar em conjunto e controlar o ambiente de forma a estimular os sentidos expostos ao tratamento.

Figura 9 - Protótipo de teste da cabine sensorial 4 estações.



Fonte: Autorial Própria.

Sobre os materiais:

- o piso solo é antiderrapante;
- as laterais contém fitas de LED com controle de cor para simular os tons de cada estação do ano;
- os ventiladores (fans) colocados no teto e nas saídas frontais fazem a troca rápida do ar entre dentro e fora;
- o ar refrigerado e aquecedor estão na parte de baixo para ampliar a sensação térmica do paciente que estará sentado;
- as gavetas centrais ficam com materiais que podem estimular o tato e são acionadas de acordo com a estação do ano em decurso;
- a bancada superior às gavetas suporta pratos pequenos (até 20 cm de diâmetro) e copos que possam estimular o paladar e o olfato;
- o monitor LCD e os alto falantes fixado na parte do fundo enviam os estímulos sonoros e visíveis e, nos pés, ainda fica um sub-woofer para ampliar a sensação sonora;
- a cortina frontal tem a função de separar a luminosidade e a temperatura interna e externa, mas em casos de pessoa com claustrofobia, por exemplo, pode ser deixada aberta ou substituída por material transparente com facilidade;
- atrás da parede do fundo há um acesso lateral para instalação dos equipamentos e manutenção.

O protótipo foi construído para os testes com pacientes, que iniciarão após protocolos de tratamento e devidas autorizações da CEP (Comissão de Ética e Pesquisa), que ainda estão em tramitação.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A operação do sistema foi testada para as funções existentes e condições do protótipo. A partir dos aspectos construtivos e operacionais foram desenvolvidos dois modos de funcionamento: automático e manual. A limitação encontrada, na operação manual, diz respeito à troca de temperatura que, dependendo do volume interno do ambiente, não acontece em menos de 20 segundos. Esse tempo foi conseguido com o protótipo construído da cabine, que possui uma área mínima para uso desse recurso. Numa estrutura maior esse tempo tende a ser maior.

2.4.1 Modo Automático

Ao colocar o protótipo em funcionamento, foram rodados testes para configuração do acionamento dos dispositivos e tempos regulares para troca das estações do ano. Na configuração mais otimizada, chegou-se a um tempo de 3 min 20s para a passagem de todo ano, sendo 50s para cada estação. No entanto, essa configuração é organizada conforme o programa o tratamento ao paciente em reabilitação.

O funcionamento completo ocorre a partir da estação do ano do momento. Ou seja, se estivermos no outono o sistema inicia no outono, passa ao inverno, primavera e, por fim, verão. Esse processo acontece para evitar uma troca brusca da condição climática atual para outra no interior da cabine.

Durante o processo, o monitor de vídeo mostra imagens animadas de cada estação, enquanto o sistema de som emite trechos de músicas, ruídos e sons de animais associados a cada estação do ano. O sensor de temperatura vai informando a temperatura interna de acordo com a estação do ano em andamento e o sistema de controle (software) aciona os dispositivos de aquecimento e resfriamento de acordo. As texturas, comidas ou sucos são variáveis de acordo com a necessidade do paciente em recuperação de ser estimulado nesse sentido.

2.4.2 Modo Manual

No modo manual de funcionamento é dado ao Terapeuta ocupacional a opção de configurar as estações do ano que deseja trabalhar e o tempo que cada uma deve permanecer.

Essa configuração pode ocorrer anterior ao início do tratamento ou ser configurada durante o processo, permitindo a gravação ao final e reprodução na próxima sessão do modelo de tratamento que melhor repercutiu na recuperação do paciente.

Com isso foi possível personalizar o atendimento, pois os pacientes apresentam, algumas vezes, características bem específicas, tais como dificuldade de: sentir calor ou frio, ouvir sons graves ou agudos, paladar, olfato, etc.

CONCLUSÃO

Graças aos avanços da tecnologia e da Engenharia, os médicos dispõem de um grande arsenal de equipamentos para diagnóstico e tratamento. Alguns produtos que melhoram a qualidade de vida das pessoas são os órgãos artificiais, as próteses para substituição de articulações, as tecnologias de aquisição e processamento de imagens e os biomateriais. (Cocian, 2017).

A TA está cada vez mais presente em todos os setores da saúde e com o auxílio de projetos universitários terá excelentes resultados no tratamento de pessoas que precisam desse método para melhorar sua qualidade de vida.

O projeto possui um potencial enorme e foi patenteado pela Universidade (Unijuí, 2017) e seus resultados iniciais foram satisfatórios nos testes. Neste momento, estão em desenvolvimento os protocolos para testar com pacientes. Além disso, o tratamento pode ser considerado como de baixo investimento financeiro para elaboração do equipamento e disponibilização aos usuários.

Através da simulação das estações do ano conseguiu-se, num ambiente fechado e controlado, um sistema completo para estimular todos os sentidos dos pacientes em reabilitação, acelerando consideravelmente o período de tratamento com resultados intensificados na recuperação.

Com o êxito alcançado no funcionamento do hardware e do software, tanto no modo manual como no modo automático, o protótipo da cabine está sendo ajustado com os participantes do projeto, enquanto são criados os protocolos para teste com pacientes.

A Engenharia Elétrica, atuando em conjunto com Design e Fisioterapia, tornou possível a construção do protótipo do equipamento que transforma várias ações individuais de Terapeutas ocupacionais num único dispositivo que deverá intensificar o tratamento aplicado aos pacientes em reabilitação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Rodrigo M.; MORAES, Carlos H.; SERAPHIM, Thatyana. **Programação de Sistemas Embarcados – Desenvolvendo Software para Microcontroladores em Linguagem C**. Editora GEN-LTC. 1ª. Edição. 2016.
- BARRETO, Bryan. **A Engenharia Elétrica a favor da vida**. *Jornal Pet-Elétrica*. 2018. Disponível em: <http://jornalpet.ee.ufcg.edu.br/materias/ed29_art1> Acesso em: 01 jun 2020.
- CHAMLIAN, T. R. **Medicina Física e Reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 211-213, 2010.
- COCIAN, Luis Fernando Espinosa. **Introdução à engenharia**. Porto Alegre: Bookman, p. 1-23, 2017.
- EDUCAMUNDO. **Tecnologia Assistiva: conceitos, recursos e cursos fundamentais**. 2018. Disponível em: <<https://www.educamundo.com.br/blog/curso-online-tecnologia-assistiva>> Acesso em: 01 jun 2020.
- GALVÃO FILHO, Teófilo. **A Tecnologia Assistiva: de que se trata?** In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). *Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade*. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.
- NATIONAL SEMICONDUCTOR. **Low Power Quad Operational Amplifiers**. 1994. Disponível em: <<http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/nationalsemiconductor/DS009299.PDF>>. Acesso em 28 maio 2020.
- ONU BRASIL. **A ONU e as pessoas com deficiência**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/pessoas-com-deficiencia/>>. Acesso em: 29 maio 2020.
- RODRIGUES, Danillo; GOMES, Eurislaine; REIS, Roquicelmo. **A engenharia aplicada a saúde**. Goiânia: 2015. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/danillorodrigues566/a-engenharia-aplicada-a-sade>>. Acesso em: 01 jun 2020.
- TANENBAUM, A. **Redes de Computadores**. Editora Pearson. São Paulo. 2006.
- Tiede, Carlos M. **Acionamento de máquinas a partir de porta comunicação de computadores pessoais**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Santa Rosa, 2016.
- UNIJUÍ, Universidade do Noroeste do Estado do RS. BR 102017026434-3 A2. Inventores: JOHANN, D. M. W; GROSSMANN, F. V; RODRIGUES, M. F. **Cabine com simulador de ambiente para estímulo sensorial intensivo**. Int CIG09BD23/28. Int CIG06FD19/00. 06 dez 2017.



De 07/10/2020 a 09/10/2020 ISSN - 2526-2769



VISHAY SEMICONDUCTORS. **Optocoupler, Phototransistor Output, With Base Connection.** 2004. Disponível em: <<http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/vishay/83725.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2020.